

First Total Synthesis of 7-Isovaleryloxy-8-methoxygirinimbine

Brütting C., Schmidt A., Kataeva O., Knölker H.
Kazan Federal University, 420008, Kremlevskaya 18, Kazan, Russia

Abstract

© Georg Thieme Verlag Stuttgart New York Synthesis. We describe the first total synthesis of the pyrano[3,2- a]carbazole alkaloid 7-isovaleryloxy-8-methoxygirinimbine, using a palladium(II)-catalyzed double C-H-bond activation for construction of the carbazole framework and a phenylboronic acid catalyzed annulation of the pyran ring as key steps.

<http://dx.doi.org/10.1055/s-0037-1609717>

Keywords

alkaloids, annulation, catalysis, cyclization, natural products, palladium

References

- [1] Knölker H.-J. Reddy K. R. Chem. Rev.: 2002; 102 4303
- [2] Chakraborty D. P. Roy S. In Progress in the Chemistry of Organic Natural Products. Vol. 85 Herz W. Grisebach H. Kirby G. W. Steglich W. Tamm C. Springer-Verlag Vienna: 2003; 125
- [3] Knölker H.-J. Reddy K. R. In The Alkaloids. Vol. 65 Cordell G. A. Academic Press Amsterdam: 2008; 1
- [4] Talluri K. C. Nagarajan R. J. Chem. Sci.: 2012; 124 487
- [5] Chattopadhyay S. K. Ghosh D. Mondal P. Ghosh S. K. Synthesis: 2012; 44 2448
- [6] Pandit R. P. Lee Y. R. Synthesis: 2012; 44 2910
- [7] Schmidt A. W. Reddy K. R. Knölker H.-J. Chem. Rev.: 2012; 112 3193
- [8] Roy J. Jana A. K. Mal D. Tetrahedron: 2012; 68 6099
- [9] Ishikura M. Abe T. Choshi T. Hibino S. Nat. Prod. Rep.: 2013; 30 694
- [10] Vronteli A. Hadjipavlou-Litina D. J. Konstantinidou M. Litinas K. E. ARKIVOC: 2015; (iii) 111
- [11] Ishikura M. Abe T. Choshi T. Hibino S. Nat. Prod. Rep.: 2015; 32 1389
- [12] Padmaja P. Rao G. K. Indrasena A. Reddy B. V. S. Patel N. Shaik A. B. Reddy N. Dubey P. K. Bhadra M. P. Org. Biomol. Chem.: 2015; 13 1404
- [13] Hou S. Liu Y. Kong Y. Brown M. L. Org. Lett.: 2015; 17 2298
- [14] Kotha S. Ali R. Saifuddin M. Tetrahedron: 2015; 71 9003
- [15] Reddy K. R. Reddy A. S. Dhaked D. K. Rasheed S. K. Pathania A. S. Shankar R. Malik F. Das P. Org. Biomol. Chem.: 2015; 13 9285
- [16] Kutz S. K. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Synthesis: 2017; 49 275
- [17] Choi T. A. Czerwonka R. Fröhner W. Krah M. P. Reddy K. R. Franzblau S. G. Knölker H.-J. ChemMedChem: 2006; 1 812
- [18] Rao L. J. M. Ramalakshmi K. Borse B. B. Raghavan B. Food Chem.: 2007; 100 742
- [19] Choi T. A. Czerwonka R. Forke R. Jäger A. Knöll J. Krah M. P. Krause T. Reddy K. R. Franzblau S. G. Knölker H.-J. Med. Chem. Res.: 2008; 17 374

- [20] Birari R. Javia V. Bhutani K. K. *Fitoterapia*: 2010; 81 1129
- [21] Nagappan T. Ramasamy P. Wahid M. E. A. Segaran T. C. Vairappan C. S. *Molecules*: 2011; 16 9651
- [22] Kok Y. Y. Mooi L. Y. Ahmad K. Sukari M. A. Mat N. Rahmani M. Ali A. M. *Molecules*: 2012; 17 4634
- [23] Nagappan T. Segaran T. C. Wahid M. E. A. Ramasamy P. Vairappan C. S. *Molecules*: 2012; 17 14449
- [24] Ma Q. Tian J. Yang J. Wang A. Ji T. Wang Y. Su Y. *Fitoterapia*: 2013; 87 1
- [25] Du Y.-Q. Liu H. Li C.-J. Ma J. Zhang D. Li L. Sun H. Bao X.-Q. Zhang D.-M. *Fitoterapia*: 2015; 103 122
- [26] Surineni G. Yogeewari P. Sriram D. Kantevari S. *Bioorg. Med. Chem. Lett.*: 2015; 25 485
- [27] Surineni G. Yogeewari P. Sriram D. Kantevari S. *Med. Chem. Res.*: 2015; 24 1298
- [28] Tan S.-P. Ali A. M. Nafiah M. A. Awang K. Ahmad K. *Tetrahedron*: 2015; 71 3946
- [29] Patel O. P. S. Mishra A. Maurya R. Saini D. Pandey J. Taneja I. Raju K. S. R. Kanojiya S. Shukla S. K. Srivastava M. N. Wahajuddin M. Tamrakar A. K. Srivastava A. K. Yadav P. P. J. *Nat. Prod.*: 2016; 79 1276
- [30] Nalli Y. Khajuria V. Gupta S. Arora P. Riyaz-Ul-Hassan S. Ahmed Z. Ali A. *Org. Biomol. Chem.*: 2016; 14 3322
- [31] Ito C. Nakagawa M. Wu T.-S. Furukawa H. *Chem. Pharm. Bull.*: 1991; 39 1668
- [32] Hesse R. Jäger A. Schmidt A. W. Knölker H.-J. *Org. Biomol. Chem.*: 2014; 12 3866
- [33] Wu T.-S. Wang M.-L. Wu P.-L. Ito C. Furukawa H. *Phytochemistry*: 1996; 41 1433
- [34] Gassner C. Hesse R. Schmidt A. W. Knölker H.-J. *Org. Biomol. Chem.*: 2014; 12 6490
- [35] Wu T.-S. *Phytochemistry*: 1991; 30 1048
- [36] Ito C. Thoyama Y. Omura M. Kajiura I. Furukawa H. *Chem. Pharm. Bull.*: 1993; 41 2096
- [37] Julich-Gruner K. K. Kataeva O. Schmidt A. W. Knölker H.-J. *Chem. Eur. J.*: 2014; 20 8536
- [38] Schuster C. Julich-Gruner K. K. Schnitzler H. Hesse R. Jäger A. Schmidt A. W. Knölker H.-J. *J. Org. Chem.*: 2015; 80 5666
- [39] Narasimhan N. S. Paradkar M. V. Kelkar S. L. *Indian J. Chem.*: 1970; 8 473
- [40] Narasimhan N. S. Paradkar M. V. Chitguppi V. P. Kelkar S. L. *Indian J. Chem.*: 1975; 13 993
- [41] Schuster C. Rönnefahrt M. Julich-Gruner K. K. Jäger A. Schmidt A. W. Knölker H.-J. *Synthesis*: 2016; 48 150
- [42] Iwai I. Ide J. *Chem. Pharm. Bull.*: 1962; 10 926
- [43] Iwai I. Ide J. *Chem. Pharm. Bull.*: 1963; 11 1042
- [44] Zsindely J. Schmid H. *Helv. Chim. Acta*: 1968; 51 1510
- [45] Hlubucek J. Ritchie E. Taylor W. C. *Tetrahedron Lett.*: 1969; 1369
- [46] Brown P. E. Lewis R. A. *J. Chem. Soc., Perkin Trans. 1*: 1992; 573
- [47] Godfrey J. D. Jr. Mueller R. H. Sedergran T. C. Soundararajan N. Colandrea V. J. *Tetrahedron Lett.*: 1994; 35 6405
- [48] Bissada S. Lau C. K. Bernstein M. A. Dufresne C. *Can. J. Chem.*: 1994; 72 1866
- [49] Chauder B. A. Lopes C. C. Lopes R. S. C. da Silva A. J. M. Snieckus V. *Synthesis*: 1998; 279
- [50] Dimakos V. Singh T. Taylor M. S. *Org. Biomol. Chem.*: 2016; 14 6703
- [51] Sartori G. Casiraghi G. Bolzoni L. Casnati G. J. *Org. Chem.*: 1979; 44 803
- [52] Part 138 of *Transition Metals in Organic Synthesis*; for Part 137, see: Puls F. Knölker H.-J. *Angew. Chem. Int. Ed.*: 2018; 57 1222; *Angew. Chem.* 2018, 130, 1236
- [53] Mishra B. B. Tiwari V. K. Singh D. D. Singh A. Tripathi V. J. *Med. Chem. Res.*: 2006; 15 119
- [54] Åkermark B. Ebersson L. Jonsson E. Pettersson E. J. *Org. Chem.*: 1975; 40 1365
- [55] Knölker H.-J. O'Sullivan N. *Tetrahedron*: 1994; 50 10893
- [56] Hagelin H. Oslob J. D. Åkermark B. *Chem. Eur. J.*: 1999; 5 2413
- [57] Krahel M. P. Jäger A. Krause T. Knölker H.-J. *Org. Biomol. Chem.*: 2006; 4 3215
- [58] Forke R. Krahel M. P. Krause T. Schlechtingen G. Knölker H.-J. *Synlett*: 2007; 268
- [59] Forke R. Krahel M. P. Däbritz F. Jäger A. Knölker H.-J. *Synlett*: 2008; 1870
- [60] Liégault B. Lee D. Huestis M. P. Stuart D. R. Fagnou K. J. *Org. Chem.*: 2008; 73 5022
- [61] Zhang M. *Adv. Synth. Catal.*: 2009; 351 2243
- [62] Knölker H.-J. *Chem. Lett.*: 2009; 38 8
- [63] Song J. J. Reeves J. T. Fandrick D. R. Tan Z. Yee N. K. Senanayake C. H. *ARKIVOC*: 2010; (i) 390
- [64] Forke R. Gruner K. K. Knott K. E. Auschill S. Agarwal S. Martin R. Böhl M. Richter S. Tsiavaliaris G. Fedorov R. Manstein D. J. Gutzeit H. O. Knölker H.-J. *Pure Appl. Chem.*: 2010; 82 1975
- [65] Bauer I. Knölker H.-J. *Top. Curr. Chem.*: 2012; 309 203
- [66] Gensch T. Rönnefahrt M. Czerwonka R. Jäger A. Kataeva O. Bauer I. Knölker H.-J. *Chem. Eur. J.*: 2012; 18 770

- [67] Yoshikai N. Wei Y. Asian J. Org. Chem.: 2013; 2 466
- [68] Börger C. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Synlett: 2014; 25 1381
- [69] Julich-Gruner K. K. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Synthesis: 2014; 46 2651
- [70] Hesse R. Krahle M. P. Jäger A. Kataeva O. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Eur. J. Org. Chem.: 2014; 4014
- [71] Schuster C. Börger C. Julich-Gruner K. K. Hesse R. Jäger A. Kaufmann G. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Eur. J. Org. Chem.: 2014; 4741
- [72] Hesse R. Kataeva O. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Chem. Eur. J.: 2014; 20 9504
- [73] Guo T. Huang F. Yu L. Yu Z. Tetrahedron Lett.: 2015; 56 296
- [74] Kober U. Knölker H.-J. Synlett: 2015; 26 1549
- [75] Hesse R. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Tetrahedron: 2015; 71 3485
- [76] Wen L. Tang L. Yang Y. Zha Z. Wang Z. Org. Lett.: 2016; 18 1278
- [77] Kutz S. K. Börger C. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Chem. Eur. J.: 2016; 22 2487
- [78] Gensch T. Richter N. Theumer G. Kataeva O. Knölker H.-J. Chem. Eur. J.: 2016; 22 11186
- [79] Erickson P. R. Grandbois M. Arnold W. A. McNeill K. Environ. Sci. Technol.: 2012; 46 8174
- [80] Hesse R. Gruner K. K. Kataeva O. Schmidt A. W. Knölker H.-J. Chem. Eur. J.: 2013; 19 14098
- [81] Surry D. S. Buchwald S. L. Angew. Chem. Int. Ed.: 2008; 47 6338
- [82] Hartwig J. F. Angew. Chem. Int. Ed.: 1998; 37 2046
- [83] Guram A. S. Rennels R. A. Buchwald S. L. Angew. Chem., Int. Ed. Engl.: 1995; 34 1348
- [84] Louie J. Hartwig J. F. Tetrahedron Lett.: 1995; 36 3609
- [85] Sheldrick G. M. SHELXS-97, Programs for Crystal Structure Solution. University of Göttingen Göttingen: 1997
- [86] Sheldrick G. M. SADABS, v. 2.10, Bruker/Siemens Area Detector Absorption Correction Program. Bruker AXS Inc Madison: 2002
- [87] Sheldrick G. M. SHELXL-97, Programs for Crystal Structure Refinement. University of Göttingen Göttingen: 1997
- [88] Farrugia L. J. Appl. Crystallogr.: 1997; 30 565